

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Metode yang dimaksud meliputi desain penelitian, partisipan, populasi dan sampel, instrumen penelitian, prosedur penelitian, dan analisis data.

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kombinasi atau *mixed method* dengan desain *sequential exploratory*. Metode kombinasi dipilih untuk mengatasi kelemahan pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kualitatif memiliki kelemahan dalam menggeneralisasikan temuan untuk kelompok sasaran yang banyak dengan subjek penelitian yang terbatas, sedangkan penelitian kuantitatif lemah dalam pengendaliannya terhadap konteks. Dengan demikian metode kombinasi mampu menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dalam meneliti masalah yang dikaji, karena peneliti dibebaskan untuk menggunakan alat pengumpul data baik yang bersifat kualitatif ataupun kuantitatif sesuai dengan jenis data yang dibutuhkan. Desain *sequential exploratory* dipilih karena memiliki tahapan yang sesuai dengan konstruksi dan karakterisasi tes yang dikembangkan. Model ini memprioritaskan data kuantitatif (studi eksperimental) dengan data kualitatif melekat pada metodologi ini (Ramalis, T.R., 2015). Maka, peneliti dapat menjawab masalah yang dikaji secara lebih mendalam. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan mengenai langkah-langkah penelitian model *sequential exploratory*, yaitu:

1. Tahap Kualitatif

Data pengumpulan kualitatif ini merupakan data yang mendukung data kuantitatif. Data kualitatif berupa tujuan tes, karakter tes, spesifikasi tes, dan

konsep esensial dari suhu dan kalor yang digunakan sebagai konten dalam tes diperoleh dari hasil observasi, wawancara, studi literatur, dan uji validitas tes.

Secara lebih rinci kegiatan yang dilakukan pada tahap kualitatif disajikan sebagai berikut:

- 1) Melakukan observasi pembelajaran fisika di kelas. Pada tahap ini peneliti mendapatkan informasi mengenai pelaksanaan penilaian saat pembelajaran fisika berlangsung. Hasil observasi digunakan sebagai wadah bagi peneliti untuk menemukan masalah untuk dikaji dalam penelitian.
- 2) Melakukan wawancara dengan guru fisika di sekolah. Pada tahap ini peneliti mendapatkan informasi mengenai teknik penilaian hasil belajar dalam pembelajaran, aspek-aspek apa saja yang dinilai, karakter tes, spesifikasi tes, serta teknik analisis tes yang biasa digunakan oleh guru sebagai pembuat soal. Hasil wawancara ini digunakan sebagai studi pendahuluan untuk mengetahui fakta mengenai penilaian keterampilan proses sains di lapangan. Wawancara hanya dilakukan hanya kepada dua guru mata pelajaran fisika yang dari sekolah yang berbeda.
- 3) Melakukan studi literatur terhadap sumber-sumber berupa buku, jurnal, kurikulum 2013, permendikbud, maupun artikel yang berkaitan dengan pengembangan instrumen atau alat ukur kemampuan atau keterampilan sebagai *output* dari proses pembelajaran fisika.
- 4) Uji validitas tes keterampilan proses sains pada materi suhu dan kalor. Tujuan dilakukan uji validasi yaitu untuk memastikan apakah soal tersebut layak untuk diujikan kepada siswa. Uji validitas dilakukan dengan penilaian oleh lima ahli. Kemudian hasil validasi tes yang diperoleh dianalisis menggunakan validitas konten rasio (CVR).

2. Tahap Kuantitatif

Pada tahap ini dilakukan kegiatan pengujian tes keterampilan proses sains di lapangan. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir yang berupa data pilihan jawaban siswa pada tiap butir instrument tes KPS.

3. Interpretasi tahap kualitatif dan tahap kuantitatif

Setelah seluruh data diperoleh, dilakukan interpretasi secara menyeluruh dengan teori respon butir.

3.2 Partisipan

Partisipan dalam penelitian adalah siswa kelas XI dan kelas XII dari sekolah terakreditasi A yang telah mempelajari materi suhu dan kalor. Sekolah yang menjadi tempat penelitian terdiri dari 3 sekolah di Kota Bandung dan 3 sekolah di Kota Cimahi. Pemilihan sekolah yang terakreditasi A mengandung premis bahwa sekolah tersebut secara konsep sudah memenuhi 8 standar pendidikan nasional dan dapat menjamin mutu pendidikannya, sehingga sampel yang diambil dari sekolah telah terjamin mendapatkan pelayanan yang terbaik dalam segi tenaga pendidik, proses pembelajaran, sarana prasarana, dan lain-lain.

Metode penentuan sampel dalam penelitian ini adalah teknik *purposive sampling* yang dikombinasikan dengan teknik *convenience sampling*. Teknik *pusposive* dipilih karena tidak semua sampel memiliki kriteria yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti. Kriteria sampel yang harus dipenuhi dalam penelitian ini adalah siswa harus siswa SMA sederajat di Kota Bandung atau Kota Cimahi yang telah mempelajari materi suhu dan kalor yang berasal dari sekolah terakreditasi A. Sementara jumlah siswa dan kelas yang dijadikan sampel dalam penelitian ini diambil menggunakan teknik *convenience*. Teknik ini digunakan atas dasar ketersediaan partisipan dan kemudahan dalam mendapatkan informasi mengenai karakteristik instrumen tes KPS.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar validasi ahli, soal tes keterampilan proses sains dan pedoman wawancara.

3.3.1 Lembar Validasi Ahli

Lembar validasi ahli meninjau konstruk serta kesesuaian instrumen tes dengan KI-KD, indikator soal, dan aspek KPS (Retnawati, 2016). Lembar validasi ahli diisi oleh tiga orang dosen dan dua orang guru fisika dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom sesuai dan tidak sesuai. Jika instrumen sesuai maka centang pada kolom sesuai dengan interpretasi nilai 1 dan jika instrumen tidak sesuai maka centang pada kolom tidak sesuai dengan interpretasi nilai 0.

3.3.2 Soal Tes Keterampilan Proses Sains

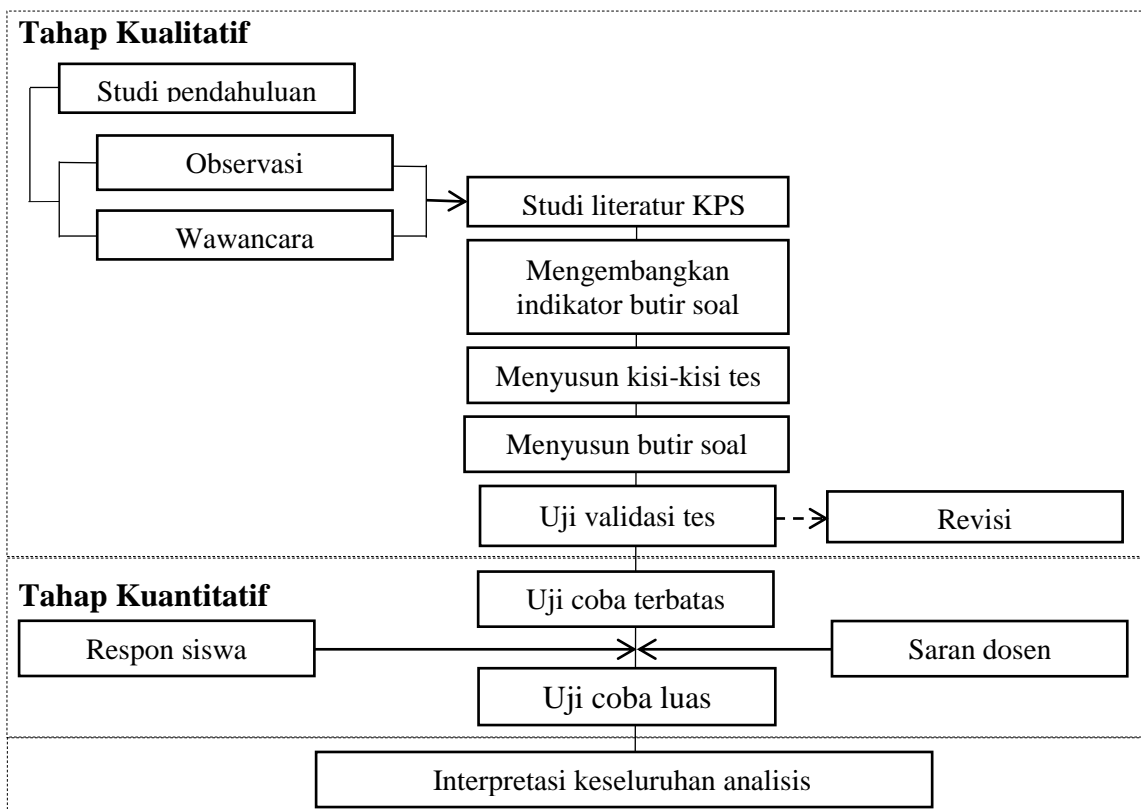
Soal tes KPS yang dalam penelitian ini terdiri dari 24 butir soal berbentuk pilihan ganda (*multiple choice*) dengan lima pilihan jawaban menggunakan materi suhu dan kalor. Tes yang disusun meliputi 8 aspek KPS, yaitu mengamati, mengklasifikasikan, memprediksi, mengomunikasikan, menginterpretasi data, mengajukan hipotesis, merencanakan percobaan, dan menerapkan konsep yang merujuk pada Rustaman, N.Y (2005).

3.3.3 Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara adalah daftar pertanyaan yang digunakan peneliti pada *intervention* (uji coba terbatas) untuk mengumpulkan informasi mengenai respon atau tanggapan responden terhadap tes yang diuji cobakan untuk selanjutnya dijadikan acuan sebagai bahan perbaikan pengembangan instrumen tes KPS. Transkrip wawancara tersebut terdapat pada lampiran 1.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan metode kombinasi *sequential exploratory* yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun prosedur dalam penelitian ini secara rinci disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Prosedur penelitian

3.4.1. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui observasi dan wawancara mengenai teknik penilaian dalam pembelajaran fisika, aspek-aspek apa saja yang diukur dari penilaian, dan karakteristik tes. Selain itu, dilakukan pula studi literatur tentang keterampilan apa saja yang dapat dilatihkan dalam pembelajaran fisika, hingga menganalisis penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan instrumen atau alat ukur suatu kemampuan atau keterampilan sebagai *output* dari proses pembelajaran fisika.

3.4.2. Studi literatur KPS

3.4.2.1 Menetapkan tujuan tes

Langkah awal dalam penyusunan tes adalah menetapkan tujuan tes yang akan dikonstruksi. Tujuan tes ditetapkan melalui studi literatur dari sumber-sumber berupa buku, jurnal, maupun artikel yang berkaitan dengan penelitian ini. Berdasarkan hasil studi literatur diketahui bahwa keterampilan proses sains merupakan salah satu keterampilan yang harus dikuasai siswa dan dilatihkan oleh guru dalam pembelajaran. Agar siswa dapat mengetahui sejauh mana kemampuannya setelah menerima pembelajaran, maka perlu dilakukan penilaian hasil belajar. Dengan demikian, tes yang dikonstruksi dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk mengukur keterampilan proses sains siswa di SMA/ sederajat. Materi suhu dan kalor menjadi konteks dalam tes keterampilan proses sains (TKPS) yang dikonstruksi.

Suhu dan kalor merupakan materi pokok pada kompetensi dasar 3.5 dan 4.5 pada jenjang sekolah menengah atas. Pembelajaran untuk kompetensi pengetahuan dan kompetensi keterampilan materi suhu dan kalor berdasarkan silabus mata pelajaran fisika SMA (Kemdikbud, 2016) disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pembelajaran untuk kompetensi pengetahuan dan kompetensi keterampilan materi suhu dan kalor

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari.	Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor: <ul style="list-style-type: none"> Suhu dan pemuaian Hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya Azas Black Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi 	<ul style="list-style-type: none"> Mengamati peragaan tentang simulasi pemuaian rel kereta api, pemanasan es menjadi air, konduktivitas logam (aluminium, besi, tembaga, dan timah), tayangan hasil studi pustaka tentang pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda, pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuaian), dan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi. Melakukan percobaan tentang pengaruh kalor terhadap suhu, wujud, dan ukuran benda, menentukan kalor jenis atau kapasitas kalor logam dan mengeksplorasi tentang azas Black dan perpindahan kalor. Mengolah data dan menganalisis hasil percobaan tentang kalor jenis atau kapasitas kalor logam dengan menggunakan kalorimeter. Membuat laporan hasil percobaan dan mempresentasikannya
4.5 Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil dan makna fisisnya.		

Berdasarkan Tabel 3.1, dapat diketahui bahwa terdapat ketampilan proses yang dapat dimiliki siswa ketika mempelajari materi suhu dan kalor. Keterampilan yang pertama adalah ***mengamati***, dalam mempelajari suhu dan kalor siswa harus mengamati berbagai fenomena dan penerapan suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari, baik itu melalui tayangan video/animasi, mengamati gambar, mengamati demonstrasi, dan lain sebagainya.

Setelah kegiatan mengamati, siswa dibimbing untuk dapat ***memprediksi*** atau memperkirakan informasi dari keadaan yang belum diamati terkait konsep suhu dan kalor menggunakan pengalaman, pola, dan kecenderungan hasil pengamatan, misalnya memprediksi keadaan akhir sistem.

Keterampilan selanjutnya adalah ***mengajukan hipotesis***, yang merupakan jawaban dugaan sementara berupa pernyataan yang mengandung hubungan dua variabel atau lebih. Keterampilan ini umumnya dikembangkan sebelum melakukan percobaan, sebab pernyataan hipotesis tersebut menuntun siswa dalam menentukan variabel apa saja yang diukur, alat dan bahan yang akan digunakan, serta langkah kerja yang akan dilakukan.

Dalam materi suhu dan kalor banyak konsep yang dapat dipelajari melalui percobaan, seperti percobaan Musschenbroek, percobaan pembuatan skala termometer, percobaan anomali air, dan percobaan kalorimeter. Dengan demikian, keterampilan ***merencanakan percobaan*** ini akan banyak diterapkan dalam pembelajaran.

Siswa kemudian harus mampu menafsirkan data-data yang diperoleh dari hasil percobaan sehingga dapat ditarik kesimpulan tentang konsep-konsep atau hukum yang berlaku dalam materi suhu dan kalor. Keterampilan ini merupakan salah satu dari aspek keterampilan proses sains yaitu ***menginterpretasi data***.

Setelah menginterpretasi data, maka siswa harus mampu ***mengomunikasikan*** hasil percobaannya, baik dalam bentuk presentasi atau membuat laporan. Siswa dikatakan memiliki terampil mengomunikasikan apabila dapat menyampaikan data atau informasi dalam berbagai bentuk penyajian misalnya tabel, grafik, dan diagram.

Keterampilan proses selanjutnya adalah ***mengklasifikasi***, yakni menentukan kriteria pengelompokkan atau penggolongan. Dalam materi suhu dan

kalor terdapat sejumlah sub materi yang mengembangkan keterampilan mengklasifikasi, seperti pembahasan tentang macam-macam termometer dan jenis-jenis perpindahan kalor.

Setelah melaksanakan pembelajaran melalui kegiatan-kegiatan yang telah sebelumnya, maka siswa dituntut untuk dapat menggunakan konsep dalam menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian aspek keterampilan proses lainnya yang harus dikembangkan adalah *menerapkan konsep*.

Rustaman, N.Y (2005) mengemukakan bahwa mengukur keterampilan mengamati cukup sulit apabila menggunakan tes tertulis. Hal ini dikarenakan proses mengamati/observasi harus dari objek atau peristiwa yang sesungguhnya. Namun, dalam rangka mencapai penilaian autentik sebagaimana yang dituntut kurikulum 2013 maka dalam penelitian ini keterampilan mengamati termasuk ke dalam aspek-aspek keterampilan proses sains yang diukur melalui tes tertulis.

Berdasarkan analisis kompetensi dasar materi suhu dan kalor di atas, maka peneliti mengidentifikasi tujuan tes untuk mengukur keterampilan proses sains siswa jenjang SMA dan sederajat dengan konten suhu dan kalor.

3.4.2.2 Identifikasi karakter tes

Setelah mengidentifikasi tujuan tes, maka peneliti mengkaji hasil-hasil penelitian tentang karakterisasi tes keterampilan proses sains dalam rentang tahun 2015-2019 untuk mengidentifikasi karakter tes yang akan dikonstruksi. Berdasarkan kajian tersebut diketahui bahwa dari segi materi, tes keterampilan proses sains tidak dibebani konsep/materi, hal ini yang membedakannya dengan tes penguasaan konsep. Materi suhu dan kalor digunakan hanya sebagai konteks dalam penyusunan tes keterampilan proses. Butir tes juga harus mengandung informasi berupa gambar, diagram, grafik, data dalam tabel atau uraian, atau objek aslinya. Informasi yang digunakan harus nyata, logis, dan elaras dengan konsep. Atas pertimbangan tersebut, maka peneliti menggunakan data-data dari hasil percobaan yang sudah ada dari laporan ataupun lembar kerja.

3.4.2.3 Menentukan spesifikasi tes

Berdasarkan identifikasi karakter tes, selanjutnya peneliti menentukan aspek keterampilan proses sains apa saja yang akan diukur melalui tes, bagaimana cara mengukurnya, bagaimana bentuk tes yang dikembangkan, berapa banyak soal tes yang akan dikonstruksi, serta bagaimana pedoman penilaian tes yang akan digunakan. Tes yang dikonstruksi mengukur 8 dari 9 aspek KPS yang dikembangkan oleh Rustaman, N.Y (2005). Spesifikasi tes keterampilan proses sains disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi tes keterampilan proses sains (TKPS)

Aspek KPS	Deskripsi	Jumlah butir
Mengamati	Menggunakan indera untuk mengumpulkan data dari suatu objek, fenomena atau peristiwa.	3
Memprediksi	Memperkirakan informasi dari keadaan yang belum diamati berdasarkan pola dan kecenderungan hasil pengamatan.	3
Mengomunikasikan	Mengubah bentuk penyajian data hasil percobaan atau pengamatan mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk grafik atau tabel atau diagram.	3
Menginterpretasi data	Menyimpulkan hasil pengamatan berdasarkan pola data dari hasil pengamatan, dan menyatakan hubungan antar data hasil pengamatan.	3
Mengklasifikasikan	Menentukan kriteria pengelompokan atau penggolongan.	3
Mengajukan hipotesis	Mengajukan dugaan penyebab dari suatu fenomena yang mengandung hubungan dua variabel atau lebih	3
Merencanakan percobaan	Menentukan alat dan bahan, variabel percobaan, dan prosedur atau langkah percobaan.	3
Menerapkan konsep	Menggunakan konsep yang telah dipelajari untuk menjelaskan fenomena yang sedang terjadi.	3
Jumlah Soal		24

Setelah menentukan aspek KPS yang akan diukur, peneliti mengembangkan makna atau deskripsi dari tiap aspek KPS tersebut disesuaikan dengan materi suhu dan kalor di SMA. Dari segi materi, tes keterampilan proses sains tidak dibebani konsep/materi, hal ini yang membedakannya dengan tes penguasaan konsep. Dengan demikian, materi suhu dan kalor digunakan hanya sebagai konteks dalam penyusunan tes keterampilan proses sains.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya diketahui bahwa kecenderungan soal yang dikembangkan untuk tes keterampilan proses sains berbentuk pilihan ganda (Suryani A dkk., 2015; Riani VR, 2017; Fitriani L dkk., 2019), maka jawaban benar diberi skor 1 sedangkan jawaban salah diberi skor 0. Dalam merespon tiap butir soal, siswa diarahkan untuk memberi tanda silang (X) atau lingkaran (O) pada jawaban yang dianggap benar.

3.4.3 Mengembangkan indikator butir soal

Setelah menentukan spesifikasi tes, selanjutnya peneliti mengembangkan indikator butir soal. Ekawatiningsih (2009) mengungkapkan bahwa kriteria indikator butir soal bentuk pilihan ganda yang baik adalah memuat satu kata kerja operasional yang dapat diukur; berkaitan erat dengan uraian materi dan kompetensi; memuat tujuan pembelajaran yang hendak dicapai; dan dapat dijadikan soal dengan bentuk yang ditetapkan dalam kisi-kisi.

Berdasarkan kriteria di atas, peneliti membuat indikator TKPS seperti yang disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Indikator tes keterampilan proses sains (TKPS)

Aspek KPS	Indikator Soal	Nomor Soal
Mengamati	Menggunakan indera penglihatan untuk mengukur suhu sejumlah air yang ditunjukkan termometer.	4
	Menyatakan informasi berdasarkan hasil pengamatan dari percobaan pemuatan zat.	5
	Mengumpulkan data dari suatu objek berdasarkan pengamatan proses perubahan wujud benda.	12
Memprediksi	Memprediksi bahan atap rumah yang cocok untuk kondisi tertentu.	1
	Memprediksi suhu akhir sejumlah air pada waktu tertentu berdasarkan pola data hasil pengamatan.	17
	Memprediksi keadaan akhir sistem bila terjadi aliran kalor antara benda-benda yang memiliki suhu berbeda.	18
Mengomunikasikan	Mengubah penyajian data dari bentuk tabel ke dalam bentuk grafik berdasarkan percobaan pemanasan air.	7

Aspek KPS	Indikator Soal	Nomor Soal
Menginterpretasi data	Mengubah penyajian data pengaruh kalor terhadap wujud zat dari bentuk verbal ke dalam bentuk grafik.	14
	Mengubah penyajian data percobaan kalor dari bentuk tabel ke dalam bentuk grafik.	16
	Menafsirkan nilai koefisien muai panjang batang logam berdasarkan data percobaan.	6
	Menafsirkan hubungan kalor yang diserap atau dilepaskan dengan massa benda berdasarkan data hasil percobaan.	15
	Menafsirkan grafik penurunan suhu air dalam kalorimeter sebagai fungsi waktu.	23
	Mengelompokkan jenis-jenis termometer untuk mengukur suhu tertentu.	3
Mengklasifikasi	Menentukan peristiwa yang melibatkan pelepasan kalor.	13
	Menentukan cara perpindahan kalor.	21
	Mengajukan hipotesis mengenai pengaruh kalor jenis terhadap kalor yang diterima zat.	11
Mengajukan hipotesis	Mengajukan hipotesis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju perpindahan kalor secara konduksi.	20
	Mengajukan hipotesis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju perpindahan kalor secara konveksi.	24
	Mengurutkan prosedur pembuatan skala pada termometer alkohol.	2
Merencanakan percobaan	Menentukan variabel bebas dan variabel terikat pada percobaan pemuaian zat padat.	9
	Menentukan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan asas Black.	19
	Memilih bahan bejana untuk wadah gliserin dan parafin berdasarkan konsep pemuaian.	8
Menerapkan konsep	Memilih bahan sendok untuk mencegah gelas pecah berdasarkan konsep kalor jenis.	10
	Memilih warna pakaian untuk berolahraga berdasarkan konsep radiasi.	22
Jumlah Soal		24

3.4.4 Menyusun kisi-kisi tes

Setelah indikator tes siap, peneliti melanjutkan pada proses berikutnya yaitu menyusun kisi-kisi tes. Kisi-kisi adalah suatu format berupa tabel yang

memuat informasi untuk memudahkan proses konstruksi butir soal. Kolom pertama kisi-kisi diisi dengan penomoran butir soal, kolom kedua berisi aspek KPS yang diukur, kolom ketiga berisi indikator butir soal, sedangkan kolom keempat berisi butir soal tes KPS yang disesuaikan dengan aspek KPS beserta dengan kunci jawabannya. Dengan menggunakan kisi-kisi, peneliti dapat menyusun perangkat tes dan menghasilkan butir soal yang sesuai dengan tujuan tes (Hazraini, 2017). Kisi-kisi tes yang baik sebagaimana yang telah diungkapkan oleh Kadarwati (2017) harus memenuhi persyaratan, antara lain:

- 1) kisi-kisi harus dapat mewakili isi silabus/kurikulum atau materi yang telah diajarkan secara tepat dan proporsional
- 2) komponen-komponennya diuraikan secara jelas dan mudah dipahami; dan
- 3) materi sebagai konteks dalam tes dapat dibuatkan butir soalnya.

3.4.5 Menyusun butir soal

Setelah membuat kisi-kisi tes, peneliti mendiskusikan penulisan butir soal dengan pembimbing. Hal yang didiskusikan dengan pembimbing antara lain pemilihan konteks, indikator tes, kesesuaian butir soal dengan aspek keterampilan proses sains, penyusunan kata, dan pilihan jawaban yang digunakan. Berdasarkan saran-saran tersebut, peneliti melakukan perbaikan/revisi terhadap butir soal yang telah dikonstruksi. Dalam proses ini, dikonstruksi sebanyak 24 butir soal pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban untuk mengukur delapan aspek dalam keterampilan proses sains dengan konteks tes yaitu materi suhu dan kalor.

3.4.6 Uji validasi tes



Tahap ini terdiri atas tiga kegiatan yang dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik tes keterampilan proses sains yang telah dikonstruksi. Kegiatan-kegiatan pada tahap ini meliputi penelaahan butir soal secara konstruk, uji coba terbatas, dan wawancara.

Proses pertama dalam tahap validasi adalah penelaahan butir soal yang telah dikonstruksi oleh ahli. Secara konstruk, terdapat delapan aspek penilaian berbentuk pernyataan untuk tiap butir soal, diantaranya 1) pilihan jawaban homogen dan logis, 2) hanya ada satu kunci jawaban, 3) pokok soal dirumuskan

dengan singkat, jelas, dan tegas, 4) pokok soal bebas dari pernyataan yang bermakna ganda, 5) gambar, grafik, tabel atau sejenisnya jelas berfungsi, 6) pilihan jawaban berbentuk angka disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka, 7) butir soal menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai EYD, dan 8) rumusan butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif.

Dari penelaahan butir soal secara konstruk, diperoleh catatan-catatan ahli sebagai bahan perbaikan. Hampir semua butir soal yang telah dikonstruksi mendapat catatan perbaikan, seperti catatan untuk memperbaiki pokok soal, memperjelas gambar, menambah data/informasi, memperbaiki pilihan jawaban, dan saran untuk menggunakan bahasa yang efektif serta efisien. Beberapa butir soal yang mendapat saran perbaikan disajikan pada Tabel 3.4 hingga Tabel 3.7.

Tabel 3.4 Perbaikan butir soal nomor 4

Butir soal nomor 4	
Aspek KPS	Mengamati
Indikator soal sebelum revisi	Menggunakan indera penglihatan untuk mengukur suhu sejumlah air yang ditunjukkan termometer.
Butir soal sebelum revisi	Dani memanaskan air sebanyak 50 ml dalam waktu 3 menit. Suhu awal dan suhu akhir air tersebut diukur dengan termometer.
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Suhu awal</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Suhu akhir</p> </div> </div>

Berdasarkan pengamatan termometer di atas, perubahan suhu yang

Butir soal nomor 4

terjadi adalah

- A. 4°C
- B. 5°C
- C. 6°C
- D. 7°C
- E. 8°C

Jawaban : B

Catatan Ahli 1: Tambahkan informasi yang bentuknya serupa dan supaya soal dapat melatih siswa dalam mengolah informasi berdasarkan pengamatan

Ahli 2 : -

Ahli 3 : -

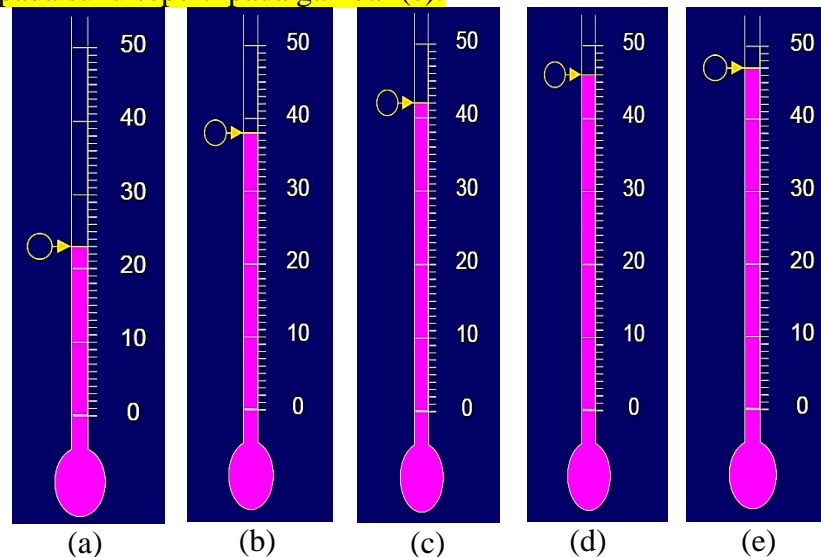
Ahli 4 : Efektifkan kalimat

Ahli 5 : Soal terlalu mudah bagi siswa SMA

Indikator soal Menggunakan indera penglihatan untuk mengukur suhu sejumlah air yang ditunjukkan termometer.

setelah revisi

Butir soal Dani hendak mengukur suhu 50 ml air dalam gelas beaker menggunakan termometer. Sebelum termometer dimasukkan ke dalam air, suhu yang terukur ditunjukkan gambar (a). Tiap tiga detik kemudian setelah termometer dimasukkan ke dalam air, termometer menunjukkan suhu berturut-turut seperti pada gambar (b), gambar (c), dan gambar (d). Akhirnya termometer berhenti pada suhu seperti pada gambar (e).



Berdasarkan pengamatan termometer di atas, suhu air sebenarnya dalam gelas beaker adalah

- A. 23°C
 - B. 38°C
 - C. 42°C
-

Butir soal nomor 4

D. 46°C

E. 47°C

Jawaban : E

Butir soal nomor 4 dinyatakan belum memuat informasi yang utuh untuk mengukur aspek KPS mengamati. Untuk itu, peneliti menambahkan kondisi pengukuran suhu air dalam soal sesuai dengan saran dosen ahli 1, sekaligus untuk menambah pengecoh supaya soal tidak terlalu mudah seperti yang dikatakan ahli 5. Namun, peneliti tidak mengefektifkan redaksi soal seperti yang disarankan ahli 4 untuk mempertahankan keutuhan sifat khas butir soal KPS.

Tabel 3.5 Perbaikan butir soal nomor 6

Butir soal nomor 6						
Aspek KPS	Menginterpretasi data					
Indikator soal sebelum revisi	Menafsirkan pengaruh koefisien muai panjang terhadap pertambahan ukuran benda.					
Butir soal sebelum revisi	Nike telah melakukan pemanasan selama 10 menit pada dua buah kawat yang memiliki panjang dan diameter yang sama, tetapi dari jenis bahan yang berbeda. Berdasarkan pengukuran panjang dan suhu kawat saat sebelum dan sesudah pemanasan, diperoleh data sebagai berikut.					
	Jenis logam	Koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	L_0 (m)	L (m)	T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)
	A	$1,2 \times 10^{-5}$	0,750	0,750050	25	64
	B	$1,7 \times 10^{-5}$	0,751	0,751083	25	64
Berdasarkan tabel percobaan di atas, dapat ditafsirkan bahwa						
A. Logam A mengalami pertambahan panjang yang lebih besar daripada logam B						
B. Logam A mengalami kenaikan suhu yang lebih besar daripada logam B						
C. Logam A mengalami pertambahan panjang yang sama dengan logam B						
D. Logam B mengalami kenaikan suhu yang lebih besar daripada logam A						
E. Logam B mengalami pertambahan panjang yang lebih besar daripada logam A						
Jawaban : E						
Catatan dan saran perbaikan	Ahli 1: Data harus logis dan nyata, tambahkan data percobaan, berikan teknis pengukuran panjang dengan alat musschenbroek					
	Ahli 2 : -					

Nurranti Azzahra Iskandar Putri, 2020

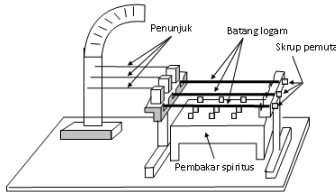
KARAKTERISTIK INSTRUMEN TES KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA/SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR BERDASARKAN ANALISIS TEORI RESPON BUTIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Butir soal nomor 6

Ahli 3 : -
 Ahli 4 : Tambahkan gambar dan fungsi alat, reduksi kalimat
 Ahli 5 : Ganti tanda titik-titik pada akhir kalimat pertanyaan (...)
 menjadi tanda titik dua (:)
 Indikator soal
 setelah
 revisi
 Butir soal
 setelah
 revisi

Menafsirkan **nilai** koefisien muai panjang **batang logam**
berdasarkan data percobaan.



Gambar di atas menunjukkan alat Musschenbroek yang berguna untuk menunjukkan pemuaian panjang pada zat padat. Ketika batang logam yang dipanaskan memuai, maka bagian ujung batang logam itu akan mendorong jarum pada alat Musschenbroek sehingga menunjukkan perubahan sudut akibat pemanasan. Dengan melakukan perhitungan maka dari data perubahan sudut itu, kita akan memperoleh nilai perubahan panjang pada batang logam (ΔL). Berdasarkan percobaan pemanasan tiga jenis batang logam, diperoleh data sebagai berikut :

Jenis logam	T_0 (°C)	T (°C)	ΔL (m)
A	25	64	0,000741
B	25	64	0,000975
C	25	64	0,000468

Berdasarkan data percobaan di atas, dapat ditafsirkan bahwa :

- Logam A mengalami pertambahan panjang sebesar 0,000025 m setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat.
- Logam A mengalami pertambahan panjang sebesar 0,0000167 m setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat.
- Logam B mengalami pertambahan panjang sebesar 0,000019 m setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat.
- Logam C mengalami pertambahan panjang sebesar 0,000025 m setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat.
- Logam C mengalami pertambahan panjang sebesar 0,000012 m setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat.

Jawaban : E

Ahli 1 menyatakan bahwa butir soal nomor 6 menyajikan data yang salah karena memuat informasi mengenai data percobaan secara lengkap. Seharusnya, dari tabel tersebut siswa dapat mengetahui nilai koefisien muai panjang jenis logam yang diamati. Data koefisien muai panjang yang dikorelasikan dengan

perubahan panjang batang logam juga menunjukkan hubungan yang tidak logis. Untuk itu, peneliti mereduksi data koefisien muai panjang dan mengganti data panjang awal dan akhir logam dengan data perubahan panjang logam (ΔL), menambah jumlah data percobaan, menambahkan gambar dan fungsi alat musschenbroek seperti yang disarankan oleh ahli 4, serta mengganti tanda titik-titik (...) menjadi tanda titik dua (:) akhir pertanyaan.

Tabel 3.6 Perbaikan butir soal no 7

Butir soal nomor 7	
Aspek KPS	Mengomunikasikan
Indikator soal sebelum revisi	Mengubah penyajian data sifat air ketika mengalami pemanasan dari bentuk verbal ke dalam bentuk grafik.
Butir soal sebelum revisi	Volume air menyusut jika dipanaskan pada suhu antara 0 sampai 4°C dan memuai jika dipanaskan dari suhu 4°C sampai titik didihnya. Di bawah ini grafik yang paling tepat untuk menyatakan sifat air ketika mengalami pemanasan adalah
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>A.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>D.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>B.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>E.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>C.</p> </div> </div>	

Jawaban : E

Catatan Ahli 1: Apabila grafiknya pada pilihan jawaban hanya dan saran menginformasikan satu keadaan saja, maka butir tidak sesuai

Nurranti Azzahra Iskandar Putri, 2020

KARAKTERISTIK INSTRUMEN TES KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA/SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR BERDASARKAN ANALISIS TEORI RESPON BUTIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Butir soal nomor 7

perbaikan dengan aspek mengomunikasikan. Coba sajikan data utuh

Ahli 2 : -

Ahli 3 : -

Ahli 4 : -

Ahli 5 : -

Indikator Mengubah penyajian data dari bentuk tabel ke dalam bentuk grafik
soal berdasarkan percobaan pemanasan air.

setelah

revisi

Butir soal Perhatikan data percobaan pemanasan air berikut!

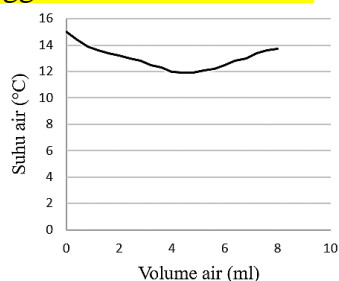
setelah

revisi

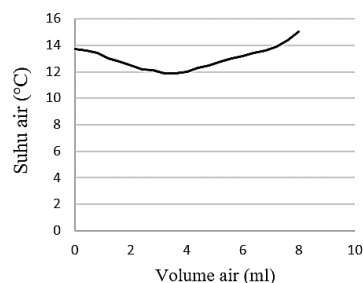
Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	Volume air (ml)
0	13,7
0,8	13,4
1,6	12,8
2,4	12,2
3,2	11,9
4,0	12,0
4,8	12,5
5,6	13,0
6,4	13,4
7,2	13,9
8,0	15,0

Grafik volume terhadap suhu pada air yang tepat untuk menggambarkan data di atas adalah ...

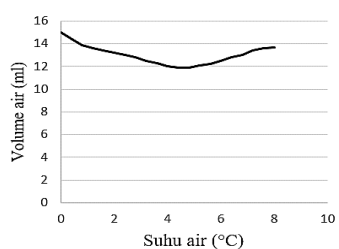
A.



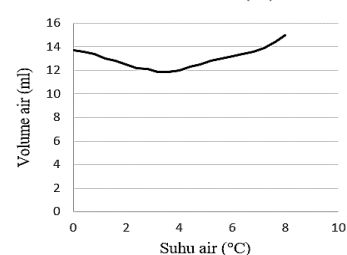
D.



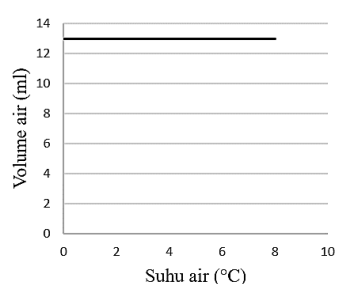
B.



E.



C.



Butir soal nomor 7

Jawaban : E

Butir soal nomor 7 belum menyajikan informasi secara utuh untuk mengungkapkan sifat anomali air. Maka, peneliti memperbaiki soal dengan menyajikan data percobaan perubahan volume terhadap perubahan suhu yang sudah ada, kemudian siswa diminta untuk mengubah penyajian data percobaan tersebut dalam bentuk grafik. Data diambil dari percobaan yang sudah ada.

Tabel 3.7 Perbaikan butir soal no 8

Butir soal nomor 8

Aspek KPS	Menerapkan konsep
-----------	-------------------

Indikator soal sebelum revisi	Memilih bahan bejana untuk wadah gliserin dan parafin berdasarkan konsep pemuaian.
-------------------------------	--

Butir soal sebelum revisi	Seorang petugas laboratorium memerlukan wadah untuk menyimpan gliserin dan parafin yang berbentuk bejana, tidak retak, dan tidak tumpah akibat pemuaian pada siang hari atau akibat penyusutan pada malam hari. Gliserin dan parafin secara berturut-turut memiliki koefisien muai volume $53 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ dan $79 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Toko menyediakan lima jenis bejana dengan ukuran yang sama, tetapi harga yang berbeda. Lima bahan bejana tersebut memiliki data koefisien muai volume dan harga sebagai berikut.
---------------------------	--

No	Bahan bejana	Koefisien muai volume ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Harga bejana per-ml
1	timah	87	Rp. 1700,00
2	aluminium	69	Rp. 1600,00
3	kuningan	57	Rp. 2000,00
4	tembaga	51	Rp. 2000,00
5	baja	33	Rp. 2300,00

Berdasarkan data di atas, manakah bahan bejana yang tepat untuk menyimpan gliserin dan parafin?

- A. Timah, karena harganya cukup terjangkau dan koefisien muai volumenya lebih besar daripada parafin dan gliserin
- B. Aluminium, karena harganya paling terjangkau dan koefisien muai volumenya lebih besar daripada parafin dan gliserin
- C. Kuningan, karena harganya cukup terjangkau dan koefisien muai volumenya lebih besar daripada aluminium dan parafin
- D. Tembaga, karena harganya cukup terjangkau dan koefisien muai volumenya lebih kecil daripada timah dan aluminium
- E. Baja, karena harganya paling terjangkau dan koefisien muai volumenya lebih kecil daripada parafin dan gliserin

Jawaban : A

Nurranti Azzahra Iskandar Putri, 2020

KARAKTERISTIK INSTRUMEN TES KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA/SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR BERDASARKAN ANALISIS TEORI RESPON BUTIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Butir soal nomor 8

Catatan dan saran perbaikan	Ahli 1: Ganti “harga per-ml” menjadi “harga pembuatan bejana”, cantumkan harga pembuatan sesuai dengan kenyataan Ahli 2 : - Ahli 3 : Kunci jawaban salah Ahli 4 : Reduksi kata “akibat”, harga bejana tidak esensial Ahli 5 : Huruf kapital di awal kalimat diganti menjadi huruf kecil
Indikator soal setelah revisi	Memilih bahan bejana untuk wadah gliserin dan parafin berdasarkan konsep pemuaian.
Butir soal setelah revisi	Seorang petugas laboratorium memerlukan bejana untuk menyimpan gliserin dan parafin yang tidak retak dan tidak tumpah akibat pemuaian pada siang hari atau penyusutan pada malam hari. Toko menyediakan lima bahan bejana dengan koefisien muai volume sebagai berikut :

No	Bahan bejana	Koefisien muai volume ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
1	timah hitam	87
2	aluminium	72
3	kuningan	57
4	tembaga	51
5	baja	33

Apabila gliserin dan parafin secara berurutan memiliki koefisien muai volume $53.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ dan $90.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$, maka bahan bejana yang paling tepat untuk menyimpan gliserin dan parafin adalah

- A. timah hitam
- B. aluminium
- C. kuningan
- D. tembaga
- E. baja

Jawaban: E

Butir soal nomor 8 memiliki banyak aspek yang harus diperbaiki, diantaranya : 1) kunci jawaban yang keliru, 2) kalimat yang digunakan belum komunikatif, dan 3) harga pembuatan bejana tidak logis. Peneliti kemudian segera memperbaiki kunci jawaban, menghapus kolom “harga bejana per-ml”, dan memperbaiki penulisan pilihan jawaban yang pada awalnya menggunakan huruf kapital menjadi huruf kecil. Untuk perbaikan butir soal lainnya, secara lebih lengkap disajikan pada lampiran 4.

Pada tahap uji validasi tes oleh ahli, tidak hanya saran, tanggapan, komentar saja yang diperoleh, tetapi diperoleh pula penilaian ahli terhadap kesesuaian butir soal dengan kompetensi dasar, indikator, dan aspek KPS yang

diukur. Apabila instrumen valid maka ahli memberikan tanda centang (✓) pada kolom “sesuai” dengan interpretasi nilai 1, sementara jika instrumen tidak valid maka ahli memberikan tanda centang (✓) pada kolom “tidak sesuai” dengan interpretasi nilai 0. Uji validitas konten ini bertujuan untuk mengetahui kesahihan suatu tes sehingga mampu mengukur keterampilan proses sains dengan baik.

3.4.7 Uji coba terbatas

Sebelum peneliti melakukan uji coba secara luas, terlebih dahulu dilakukan uji coba terbatas pada sampel kecil sekitar 30 peserta tes (Crocker, L.M. & Algina, J., 1986). Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi terhadap 1) waktu pengerjaan tes, 2) kejelasan butir, 3) petunjuk pengerjaan tes, dan 4) format lembar jawaban. Hasil observasi pada kegiatan uji coba terbatas disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hasil observasi pada kegiatan uji coba terbatas

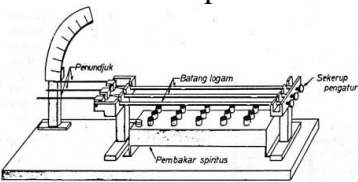
Aspek yang diamati	Hasil pengamatan
waktu pengerjaan tes	siswa pertama menyelesaikan tes dalam waktu 60 menit, sedangkan kecenderungan siswa membutuhkan waktu pengerjaan tes dalam rentang 70 - 80 menit.
kejelasan butir	terdapat kosakata yang belum dipahami siswa, seperti <i>kayu sirap</i> , <i>jelaga</i> , <i>variabel bebas</i> , dan <i>variabel terikat</i> .
petunjuk pengerjaan tes	siswa masih menanyakan alat tulis apa yang digunakan untuk mengisi lembar jawaban, apa diperbolehkan untuk mengganti jawaban atau tidak, dan apakah lembar soal dapat dicoret atau tidak.
format lembar jawaban	sejumlah siswa masih keliru dalam mengisi identitas diri

Berdasarkan hasil pengamatan pada uji coba terbatas, maka peneliti mengalokasikan waktu sebanyak 2 x 45 menit untuk menyelesaikan tes, supaya

terdapat waktu lebih bagi siswa untuk memeriksa kembali jawabannya. Selain itu, peneliti juga mengganti sejumlah kosakata pada soal, memperjelas instruksi pengisian tes, dan mengganti format lembar jawaban. Untuk format lembar jawaban yang digunakan, secara lebih lengkap disajikan pada lampiran 6.

Setelah mengerjakan tes, peneliti memilih 3 orang partisipan secara random untuk diwawancarai mengenai tes KPS yang telah dikerjakan. Hasil wawancara ketiga partisipan tersebut dirangkum dalam bentuk transkrip wawancara yang telah disajikan pada lampiran 1. Berdasarkan hasil wawancara, dapat diketahui bahwa petunjuk pengerjaan tes masih kurang lengkap, sedangkan gambar, tabel dan grafik yang tersedia sudah jelas. Dalam segi kata atau bahasa yang digunakan dalam tes KPS, kebanyakan peserta wawancara kebingungan dengan istilah yang digunakan dalam soal. Peneliti kemudian melakukan revisi terhadap dua butir soal atas saran dari siswa yang diwawancarai. Dua butir soal yang direvisi tersebut disajikan pada Tabel 3.9 hingga Tabel 3.10.

Tabel 3.9 Perbaikan butir soal no 9

Butir soal nomor 9	
Aspek KPS	Merencanakan percobaan
Butir soal	Perhatikan prosedur percobaan pemuatan zat padat berikut ini!
sebelum	(1) Ukur suhu ruang laboratorium (T_0) menggunakan termometer dinding sebagai suhu awal logam.
revisi	(2) Ukur panjang masing-masing logam (L_0) yang akan dipanaskan.
	(3) Pasang logam pada alat Musschenbroek, pada tiap logam terdapat jarum untuk menunjukkan pertambahan panjang logam secara kualitatif selama percobaan.
	
	(4) Atur posisi jarum penunjuk pada alat Musschenbroek supaya sejajar dengan dengan skala nol.
	(5) Pada keadaan awal, nyalakan pembakar spiritus secara merata, supaya seluruh logam mengalami perubahan suhu yang sama.
	(6) Amati skala yang ditunjukkan jarum pada alat Musschenbroek sebagai perubahan sudut yang kemudian ditafsirkan menjadi perubahan panjang logam (ΔL) saat termokopel menunjukkan peningkatan suhu dari 40°C

Nurranti Azzahra Iskandar Putri, 2020

KARAKTERISTIK INSTRUMEN TES KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA/SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR BERDASARKAN ANALISIS TEORI RESPON BUTIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Butir soal nomor 9

menjadi 55°C , sebagai suhu akhir logam (T).

(7) Tuliskan hasil pengamatan pada tabel.

Menurut anda, variabel bebas dan variabel terikat yang digunakan dalam percobaan di atas adalah

- A. waktu pemanasan, perubahan sudut yang ditunjukkan jarum
- B. kenaikan suhu, pertambahan panjang batang logam
- C. waktu pemanasan, perubahan sudut yang ditunjukkan jarum
- D. jenis bahan, kenaikan suhu
- E. jenis bahan, pertambahan panjang batang logam

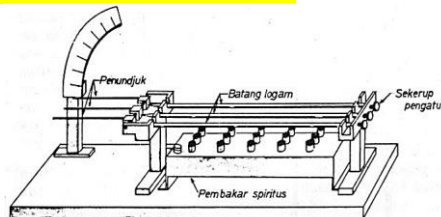
Jawaban : E

Saran perbaikan Siswa 1 : Coba ditambahkan contoh format tabel pengamatannya
 Siswa 2 : perbaiki soal nomor 9 karena pilihan jawaban A sama dengan pilihan jawaban C
 Siswa 3 : Persingkat lagi soal, supaya tidak malas membacanya

Butir soal setelah revisi Perhatikan prosedur percobaan pemuaian zat padat berikut ini!

(1) Ukur panjang masing-masing batang logam (L_0) yang akan dipanaskan.

(2) Pasang tiap batang logam di antara sekrup pengatur dan jarum penunjuk pada alat Musschenbroek.



(3) Atur posisi jarum penunjuk dengan cara memutar sekrup pengatur, supaya posisinya sejajar dengan dengan skala nol.

(4) Pada keadaan awal, nyalakan pembakar spiritus secara merata, supaya tiap batang logam mengalami pemanasan yang sama.

(5) Setelah ketiga batang logam dipanaskan selama 7 menit, amati skala yang ditunjukkan jarum penunjuk sebagai perubahan sudut yang kemudian ditafsirkan menjadi perubahan panjang batang logam (ΔL).

(6) Tuliskan hasil pengamatan pada tabel.

Menurut anda, variabel **bebas** dan variabel **terikat** yang digunakan dalam percobaan di atas adalah

- A. waktu pemanasan, perubahan sudut batang logam
- B. kenaikan suhu, perubahan panjang batang logam
- C. waktu pemanasan, perubahan suhu batang logam
- D. jenis bahan, perubahan suhu batang logam
- E. jenis bahan, perubahan panjang batang logam

Jawaban : E

Peneliti mereduksi prosedur percobaan dari 7 langkah kerja menjadi 6 langkah kerja saja, serta memperbaiki seluruh pilihan jawaban supaya lebih homogen. Format tabel pengamatan yang disarankan oleh siswa 1 tidak diterima oleh peneliti sebab jika disajikan maka soal menjadi terlalu mudah bagi siswa.

Tabel 3.10 Perbaikan butir soal no 15

Butir soal nomor 15

Aspek KPS

Merencanakan percobaan

Butir soal sebelum revisi

Gisti telah memanaskan air sebanyak 25 g, 50 g, 100 g dan 200 g dari suhu 30°C sampai 40°C. Selang waktu pemanasan yang diperlukan dinyatakan pada tabel berikut:

No	Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	Selang waktu
1.	25 g	30°C	40°C	1 menit
2.	50 g	30°C	40°C	2 menit
3.	100 g	30°C	40°C	4 menit
4.	200 g	30°C	40°C	8 menit

Apabila banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan air sebanding dengan selang waktu pemanasan, maka berdasarkan data percobaan di atas dapat ditafsirkan bahwa

A. banyaknya kalor yang diperlukan benda sebanding dengan kenaikan suhu

B. banyaknya kalor yang diperlukan benda sebanding dengan massa benda

C. banyaknya kalor yang diperlukan benda sebanding dengan kenaikan suhu

D. banyaknya kalor yang diperlukan benda berbanding terbalik dengan massa benda

E. banyaknya kalor yang diperlukan benda berbanding terbalik dengan waktu pemanasan

Jawaban : B

Saran perbaikan

Siswa 1 : -

Siswa 2 : perbaiki soal nomor 15 karena pilihan jawaban A sama dengan pilihan jawaban C

Siswa 3 : lebih baik butir soal langsung menyajikan data, tidak usah ada ceritanya dulu

Butir soal setelah revisi

Gisti memanaskan air sebanyak 25 g, 50 g, 100 g dan 200 g dari suhu 30°C sampai 40°C kemudian **mengukur** selang waktu pemanasan yang diperlukan pada tabel berikut:

No	Massa air	Suhu awal	Suhu akhir	Selang waktu
1.	25 g	30°C	40°C	1 menit
2.	50 g	30°C	40°C	2 menit
3.	100 g	30°C	40°C	4 menit
4.	200 g	30°C	40°C	8 menit

Apabila banyaknya kalor yang diperlukan sebanding dengan selang waktu pemanasan, maka berdasarkan data di atas dapat

Butir soal nomor 15

ditafsirkan bahwa

- A. banyaknya kalor yang diperlukan sebanding dengan kenaikan suhu
- B. banyaknya kalor yang diperlukan sebanding dengan massa benda
- C. banyaknya kalor yang diperlukan berbanding terbalik dengan kenaikan suhu
- D. banyaknya kalor yang diperlukan berbanding terbalik dengan massa benda
- E. banyaknya kalor yang diperlukan berbanding terbalik dengan selang waktu pemanasan

Jawaban : B

Pada butir soal nomor 15, peneliti hanya mereduksi sejumlah kata yang kurang esensial saja, tidak menghilangkan kondisi percobaan sebagaimana saran siswa 3 untuk menjaga sifat khas dari soal keterampilan proses sains.

3.4.8 Uji coba luas

Setelah tes dinyatakan valid oleh ahli, maka dilakukan validasi empirik tes keterampilan proses sains di enam sekolah berbeda, yaitu tiga sekolah dari Kota Bandung dan tiga sekolah dari Kota Cimahi. Hal ini dimaksudkan agar peneliti memperoleh responden yang heterogen, baik itu siswa yang berasal dari sekolah menengah atas negeri, swasta ataupun madrasah aliyah. Uji validasi empirik tes KPS dilakukan di satu kelas untuk masing-masing sekolah sehingga jumlah total peserta tes di keenam sekolah tersebut adalah 205 peserta tes.

Teknis uji instrumen tes keterampilan proses sains di setiap sekolah adalah sama. Terlebih dahulu peneliti memperkenalkan diri dan menyampaikan tujuan masuk ke kelas. Peneliti memaparkan bahwa tes yang dilakukan adalah tes yang tidak mengandung konsep, artinya peserta tes tidak perlu khawatir apabila mereka sedikit lupa ataupun lupa tentang materi suhu dan kalor yang menjadi konteks tes yang akan dikerjakan. Peserta tes cukup mengolah informasi-informasi yang tersedia di dalam tes, misalnya dengan melihat pola-pola data yang telah tersedia. Setelah itu, peneliti membagikan lembar soal beserta lembar jawaban kepada setiap peserta tes. Peneliti meminta semua peserta tes untuk membaca petunjuk pengerjaan tes terlebih dahulu. Selanjutnya peneliti mempersilakan semua peserta

tes untuk mulai mengerjakan tes dalam durasi 90 menit. Uji instrumen tes keterampilan proses sains pada masing-masing sekolah dilakukan di minggu yang berbeda, sehingga dalam tahap uji lapangan ini diperlukan waktu kurang lebih enam minggu. Hal ini dikarenakan uji lapangan menyesuaikan dengan jadwal kegiatan sekolah dan izin dari guru yang bersangkutan.

3.4.9 Interpretasi tahap kualitatif dan tahap kuantitatif

Setelah seluruh rangkaian tahapan selesai, kemudian dianalisis dan diinterpretasikan dengan teori teori respon item.

3.5 Analisis Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh berupa hasil validasi konten oleh ahli dan hasil uji instrumen tes keterampilan proses sains. Berikut hal-hal yang dilakukan peneliti dalam menganalisis data yang telah dikumpulkan.

3.5.1 Analisis Data Hasil Validasi Ahli

Data dari hasil lembar *judgement* validasi konten instrumen tes keterampilan proses sains digunakan untuk mencari kesepakatan ahli dalam menentukan tingkat validitas instrumen yang akan digunakan. Untuk mengetahui kesepakatan ini, maka dapat digunakan pendekatan yang diusulkan oleh Lawshe (1975; Untari, 2015; Ulum, 2016; Novia, 2018) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$CVR = \frac{N_p - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad \dots(3.1)$$

CVR adalah indeks kesepakatan ahli mengenai validitas konten butir; N_p adalah jumlah validator yang menyatakan “sesuai”; dan N adalah jumlah total validator yang menilai tes. CVR digunakan untuk mengukur indeks validitas secara kuantitatif dari segi isi (*content*) materi pelajaran (Khamid, dkk., 2018). Berdasarkan persamaan 3.1, dapat diperoleh nilai CVR untuk setiap butir soal. Interpretasi nilai CVR ini adalah : 1) jika validator yang menyatakan “sesuai” kurang dari setengah jumlah total validator maka CVR untuk butir soal tersebut bernilai negatif; 2) jika validator yang menyatakan “sesuai” tepat setengah dari jumlah total validator maka CVR untuk butir soal tersebut bernilai nol; dan 3) jika validator yang menyatakan setuju lebih dari setengah jumlah total validator maka CVR untuk butir soal tersebut berada antara 0 sampai dengan 1. Semakin besar

nilai CVR maka semakin esensial dan semakin tinggi validitas kontennya (Hendryadi dalam Novia, 2018). Setelah diketahui validitas setiap butir soal pada TKPS, selanjutnya dilakukan analisis mengenai validitas konten tes secara keseluruhan berdasarkan nilai indeks validitas konten (*Content Validity Index/CVI*) yang memiliki persamaan sebagai berikut.

$$CVI = \frac{\Sigma CVR}{\text{Jumlah Item Tes}} \quad \dots(3.2)$$

Wilson, dkk (dalam Rahmi, 2016) mengungkapkan bahwa butir soal atau tes yang diukur dikatakan valid apabila memiliki nilai CVR dan CVI yang sama dengan atau lebih besar dari nilai kritis yang telah ditentukan. Nilai kritis CVR dan CVI tersebut ditentukan berdasarkan jumlah validator yang terlibat dalam proses validasi. Berdasarkan Tabel 3.11 nilai kritis satu pihak untuk lima validator dengan taraf signifikansi 95% ($\alpha = 0,05$) adalah 0,736. Artinya, sebuah item dinyatakan valid jika nilai CVR $\geq 0,736$. Namun, jika nilai CVR $< 0,736$ maka item tersebut tidak valid.

Tabel 3.11 Nilai kritis CVR dan CVI untuk lima sampai lima belas validator

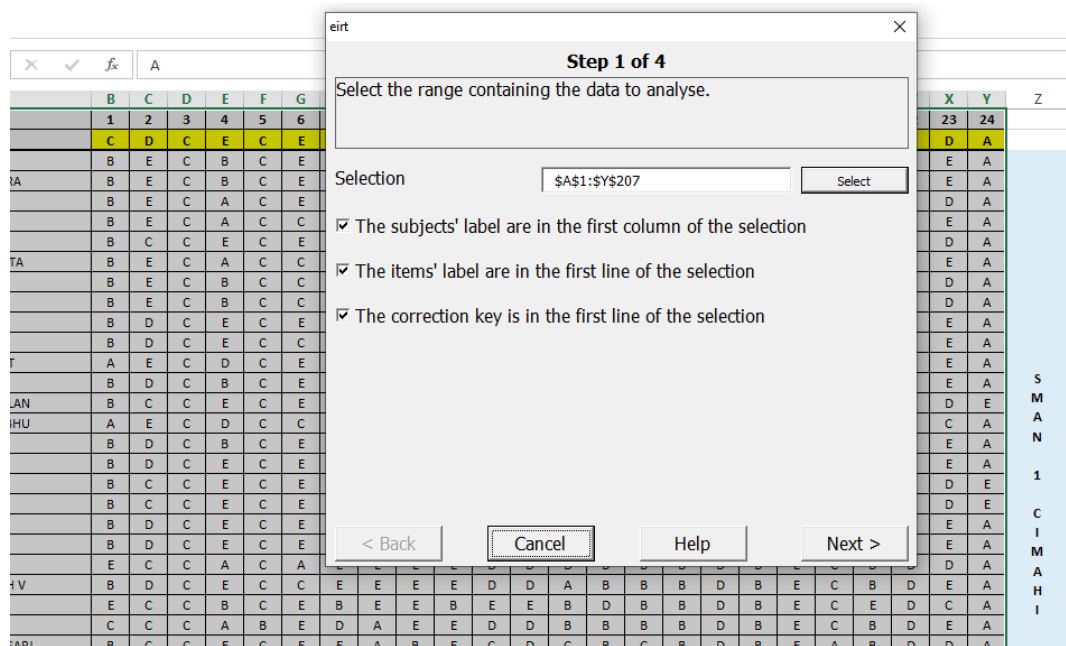
		α (Taraf Signifikansi)					
		0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
N (jumlah validator)	5	0,573	0,736	0,877	0,990	0,990	0,990
	6	0,523	0,672	0,800	0,950	0,990	0,990
	7	0,485	0,622	0,741	0,879	0,974	0,990
	8	0,453	0,582	0,693	0,822	0,911	0,990
	9	0,427	0,548	0,653	0,775	0,859	0,990
	10	0,405	0,520	0,620	0,736	0,815	0,977
	11	0,387	0,496	0,591	0,701	0,777	0,932
	12	0,370	0,475	0,566	0,671	0,744	0,892

Dengan melakukan analisis terhadap lembar *judgement* instrumen tes keterampilan proses sains dengan menggunakan pendekatan validitas konten rasio dan indeks validitas konten, maka diperoleh informasi mengenai butir soal mana saja yang layak digunakan, butir mana yang tidak dapat digunakan, serta tingkat validitas konten tes secara keseluruhan. Butir soal yang termasuk dalam kategori tidak valid, dilakukan perbaikan atau dibuang dari tes yang dikonstruksi.

3.5.2 Analisis Data Hasil Uji Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains

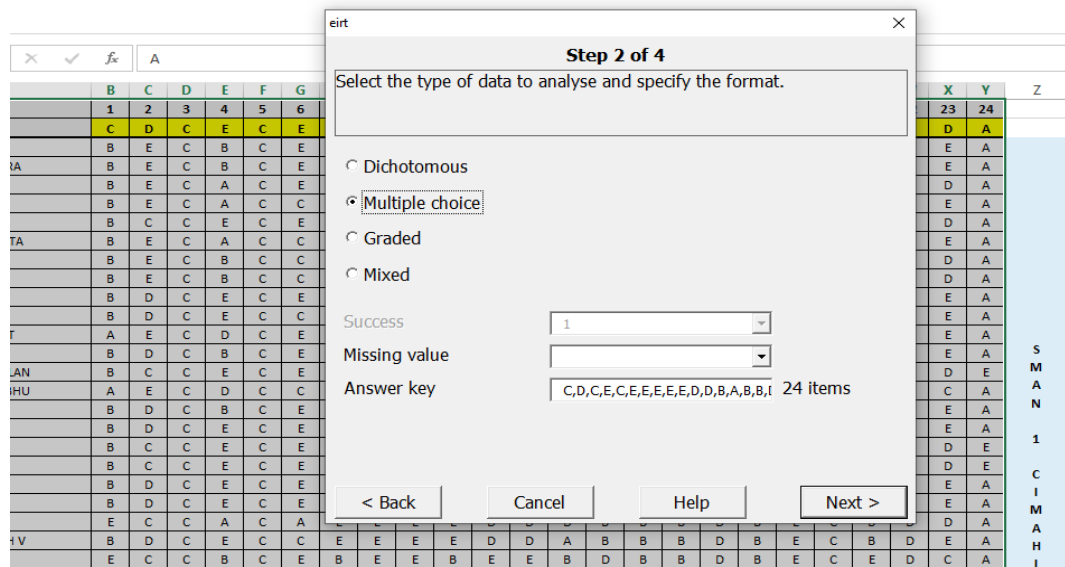
Analisis hasil uji instrumen tes keterampilan proses sains menggunakan teori respon butir (*Item Response Theory/IRT*) dengan bantuan *software eirt* versi 2.0.0. Dalam menganalisis data uji instrumen tes KPS, digunakan model parameter logistik (model PL). Prosedur penggunaan *software eirt* untuk model parameter logistik adalah sebagai berikut.

1. Memasukkan data hasil uji instrumen tes ke dalam *Microsoft Excel* dengan format nama peserta tes pada kolom pertama, nomor butir soal pada baris pertama dan kunci jawaban pada baris kedua.
2. *Block* semua data yang diperoleh, klik menu *eirt* pada *toolbar Add Ins*, kemudian klik *start the assistant*.
3. Beri tanda cek pada ketiga pilihan, kemudian klik *next*.

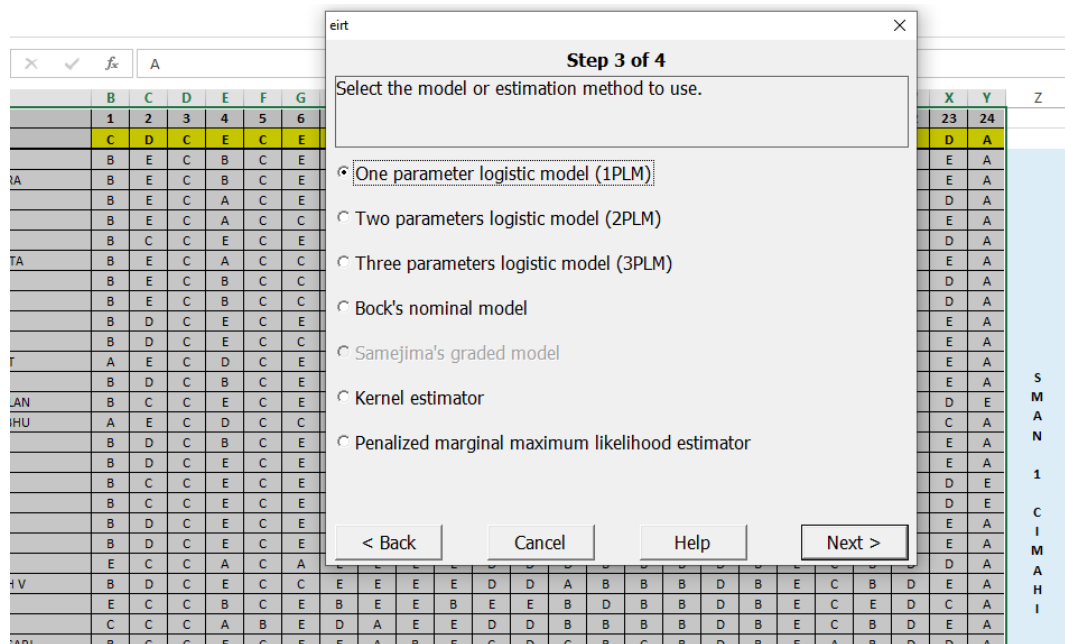


Gambar 3.3 Tahap ke-1 penggunaan *eirt* untuk model PL

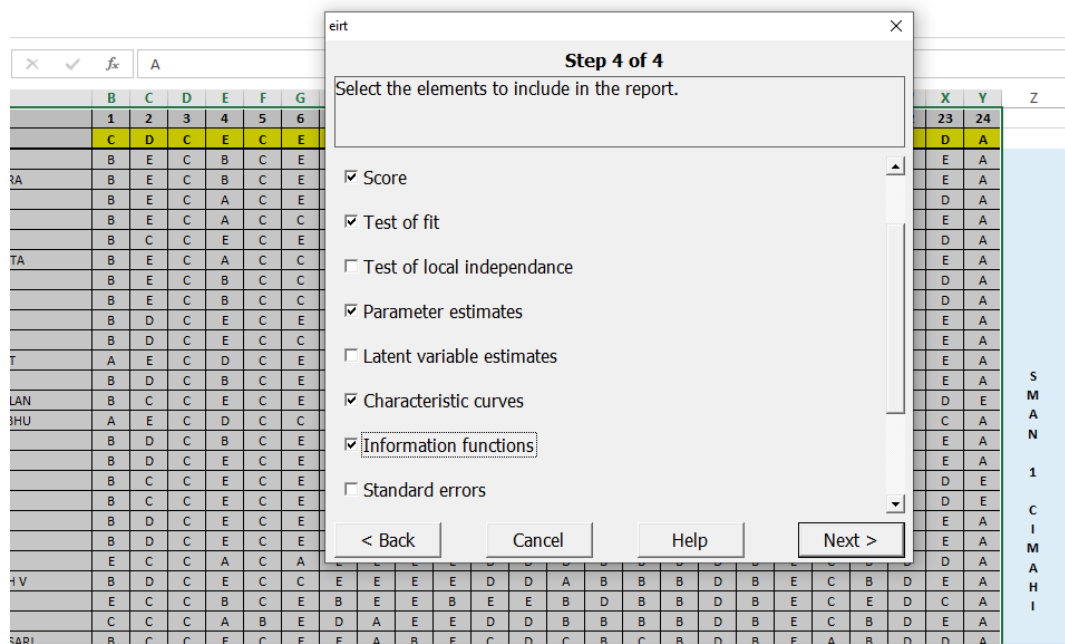
4. Beri tanda cek pada pilihan *multiple choice*, kemudian klik *Next*.

Gambar 3.4 Tahap ke-2 penggunaan *eirt* untuk model PL

5. Beri tanda cek pada model parameter logistik yang akan digunakan misalnya *One Parameter Logistic Model* (1 PLM), kemudian klik *Next*.

Gambar 3.5 Tahap ke-3 penggunaan *eirt* untuk model PL

6. Beri tanda cek pada kolom yang ingin diketahui hasil analisisnya, kemudian klik *Next*. Maka hasil analisis teori respon butir akan muncul.



Gambar 3.6 Tahap ke-4 penggunaan *eirt* untuk model PL

Setelah hasil analisis teori respon butir muncul maka dilakukan pembahasan terkait hasil yang diperoleh. Interpretasi model parameter disesuaikan dengan teori respon butir yang dirujuk, parameter a merupakan parameter yang menunjukkan daya pembeda dari butir soal, parameter b merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kesukaran butir tes dan parameter c merupakan parameter faktor tebakan semu butir soal. Interpretasi setiap model parameter logistik disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Interpretasi setiap model parameter logistik

Model Parameter Logistik	Interpretasi Baik
1 PL	$a = 1$ $-2 < b < +2$ $c = 0$
2 PL	$0 < a < 2$ $-2 < b < +2$ $c = 0$
3 PL	$0 < a < 2$ $-2 < b < +2$ $c < (1/k)$

Sumber: Retnawati dalam Fitriani L., 2018

Dalam menentukan parameter a dari kurva karakteristik total dapat dilihat dari kemiringan kurvanya. Sementara itu, untuk parameter b berdasarkan kurva karakteristik total dapat diketahui dengan cara satu ditambah asimtot bawah kurva lalu dibagi dua dan kemudian tarik garis tegak lurus sumbu x dari kurva karakteristik butir. Nilai parameter c dari kurva karakteristik butir dapat dilihat dari asimtot bawah kurva. Nilai parameter a dapat dikatakan baik atau valid apabila nilai berada pada rentang 0 sampai +2. Apabila nilai parameter a berdasarkan hasil uji coba terbatas berada pada rentang tersebut, maka instrumen tes keterampilan proses sains dapat membedakan kemampuan peserta tes. Nilai parameter b dapat dikatakan baik atau valid apabila berada pada rentang -2 sampai +2. Apabila nilai parameter b mendekati -2, maka dapat dikatakan bahwa butir instrumen tersebut termasuk butir yang mudah. Apabila nilai parameter b berada pada rentang antara -2 sampai +2, maka dapat dikatakan bahwa butir instrumen tersebut termasuk butir yang sedang. Sedangkan, apabila nilai parameter b mendekati +2, maka dapat dikatakan bahwa butir instrumen tersebut termasuk butir yang sukar. Nilai parameter c dapat dikatakan baik atau valid apabila tidak lebih dari $1/k$, dengan k adalah banyak pilihan jawaban.

Selain interpretasi setiap model parameter logistik, perlu diketahui pula klasifikasi estimasi kemampuan peserta tes dan klasifikasi tingkat kesukaran butir tes yang disajikan secara berturut-turut pada Tabel 3.13 dan Tabel 3.14.

Tabel 3.13 Klasifikasi estimasi kemampuan peserta tes (θ)

Rentang kemampuan (θ)	Kategori
-4 s/d -2,5	Sangat rendah
-2,5 s/d -1	Rendah
-1 s/d 1	Sedang
1 s/d 2,5	Tinggi
2,5 s/d 4	Sangat Tinggi

Sumber: Retnawati dalam Fitriani L., 2018

Tabel 3.14 Klasifikasi tingkat kesukaran (b)

Rentang kemampuan (θ)	Kategori
$-2 < \theta < -1$	Mudah
$-1 < \theta < 1$	Sedang
$1 < \theta < 2$	Sukar

Sumber: Retnawati dalam Fitriani L., 2018

Selain penentuan model, kurva karakteristik, dan karakteristik tes dapat diketahui juga reliabilitas tes. Perpotongan antara fungsi informasi total (TI) dan SEM menunjukkan estimasi reliabilitas. Fungsi informasi memiliki hubungan yang berlawanan dengan SEM, semakin rendah fungsi informasi sebuah item, maka semakin besar SEM. Semakin kecil SEM pengukuran maka akan semakin tepat, reliabel, dan dapat dipercaya hasil pengukurannya (Setiawati, F.A. dkk., 2013). Nilai SEM dapat dihitung menggunakan persamaan 3.3.

$$SEM = \frac{1}{\sqrt{TI(\theta)}} \quad \dots (3.3)$$

Penggunaan fungsi informasi lebih akurat dibandingkan dengan penggunaan reliabilitas, karena bentuknya bergantung pada butir tes dan mempunyai estimasi kesalahan pengukuran dalam tingkat kemampuan (Hambleton dan Swaminathan; dalam Setiawati, 2013). Berdasarkan fungsi informasi dan SEM, maka dapat diketahui apakah tes yang dikonstruksi cocok untuk siswa dengan kemampuan rendah, sedang, atau tinggi (Istiyono, E. dkk., 2013).